

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-149350

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 N	5/74		H 04 N 5/74	B
G 02 B	6/293		G 02 B 26/08	E
	26/08		H 04 N 9/12	A
H 04 N	9/12		G 02 B 6/28	C

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平8-216194  
(22)出願日 平成8年(1996)8月16日  
(31)優先権主張番号 002423  
(32)優先日 1995年8月17日  
(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590000879  
テキサス インスツルメンツ インコーポ  
レイテッド  
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500  
(72)発明者 グレゴリー ジェイ. ヒューレット  
アメリカ合衆国テキサス州ガーランド, ノ  
ース シロー 2831, アパートメント ナ  
ンバー 268  
(74)代理人 弁理士 浅村 鮎 (外3名)

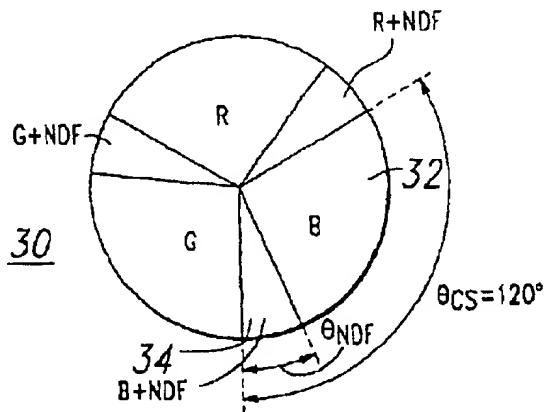
最終頁に続く

(54)【発明の名称】濃度フィルタを有する空間光変調ディスプレイ

(57)【要約】

【課題】 空間光変調器を使用するビデオディスプレイシステムの表示する像のサンプル当たりより多くのビットを使用するように動作させることによりアーチファクトを少なくした像を表示させる。

【解決手段】 空間光変調器を含むビデオディスプレイシステムは、主色セグメント32と中性濃度フィルタ(NDF)と称する低強度領域を有する少なくとも1つのセグメント34とを含む3色のホイール30又は透明である1つのホイールを使用する。これに代えて、フィルタは、光振幅又は色のいずれかを制御する液晶コントローラであってもよい。低強度領域を使用することによって、データサンプルの最下位ビット(LSB)を処理するのに利用可能な時間の量を増大し、それによって表示に利用可能なビットの数への制約を除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間光変調器であって、個々の素子のアレイのうちの選択されたいくつかの素子の偏光によって像を発生するような、前記空間光変調器、前記空間光変調器を照明するように動作する光源、及び前記光源からの光が前記空間光変調器を照射する前に前記光を通過させる少なくとも1つのフィルタであって、中性濃度領域を含む前記フィルタを含むビデオディスプレイシステム。

【請求項2】 像を発生するために使用されるパルス幅変調方法であって、従来のパルス幅を持つデータサンプル当たり所定数のビットのうちの上位ビットを表示するステップ、及びデータサンプル当たり前記所定数のビットのうちの下位ビットが、該下位ビットに対する従来のパルス幅にフィルタ強度と前記フィルタの中性濃度セグメントの所定低強度との比を乗じたものに等しいパルス幅を持つように、前記下位ビットを表示するステップを含む方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオディスプレイシステム、特に空間光変調器を使用するビデオディスプレイシステムに関する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】ビデオディスプレイに使用される空間光変調器は、典型的に、最終像内の、各画素、すなわち、各ピクセル毎に1つずつ、複数の個々の素子を制御することによって像を発生する。これらのシステムは、入力ビデオデータを取り扱うことに関して新たな調査研究を必要とするいくつかの明確な特性を有する。従来の陰極線管（以下、CRTと称する）システムは、信号の電圧と観察者によって知覚される輝度との間に非線形応答を有する。これに影響する1つのファクトは、ほとんどのCRTシステムのスクリーン上に使用されるりん（燐）であり、これらのりんは非線形応答を有するが、しかし色を発生するためには必要である。空間光変調器を用いると、CRTシステムのスクリーン表面を照射する光によって色が制御される。個々の素子を照明する光は、例えば、白色光源と或る型式の色フィルタを使用するか、又は着色光源を使用するかのいずれかによって、既に或る色を帯びている。これで以て、従来のCRTシステムの非線形応答を除去する。

【0003】空間光変調器システムの線形性のために、ビデオデータを「逆ガンマ」することが必要になる。CRTシステムは非常に行きわたっているので、ビデオ信号は、この信号経路中に既に組み込まれているシステムの非線形性に対するガンマ補正と云われる補正を施されている。空間光変調器システムのような、線形システムの場合は、この補正を除去しなければならない。

【0004】ほとんどの空間光変調器システムの性質に

は問題が起る。これらのシステムは、典型的にパルス幅変調（以下、PWMと称する）によって動作する。入力データ信号は、ディジタル化されて各ピクセル毎に所定数のビットを持つサンプルになる。サンプルの各ビット毎の値は、そのフレーム中のその画素に対する知覚された輝度に依存する。最上位ビット（以下、MSBと称する）は、約1/2色セグメント時間中表示される。色セグメント時間は、フレーム時間を3で割ったものに等しく、それゆえ各色、すなわち、赤、緑、青は、フレーム時間の1/3を有する。フレーム時間は、入り信号の各像フレームに関連した時間である。60Hzシステムの場合は、フレーム時間は16.67msであり。これは、標準CRTシステムがそのスクリーン上に像を書き込む速度であるので、ディスプレイリフレッシュ速度とも称する。

【0005】PWMの動作は眼が変化を感じるには速過ぎるので眼は全色画像を知覚し、かつ眼は時間フレームにわたって輝度及び色を積分する。

【0006】次のMSBは、先のMSBの1/2色時間セグメントの1/2を有し、すなわち、色時間セグメントの1/4を有し、以下同様にして、遂に最下位ビット（以下、LSBと称する）が表示される。LSBの幅は、達成可能な最小間隔に依存する。例えば、もし変調器が40μsより短い時間内にその素子をスイッチしきつ表示することができないならば、LSB時間は40μsより短くなることはできない。

【0007】しかしながら、60Hzディスプレイリフレッシュ速度すなわちフレーム時間で動作するCRTの応答を完全にシミュレートするために、そのシステムはデータの8ビットより多いビットを必要とする。40μsに等しいLSB時間を持つ空間光変調器は、色セグメント当たり7ビットより多くを達成することができない。この結果、CRTシステムの低劣シミュレーションに加えて、いくつかの好ましくないアーチファクトを生じる。像中の低強度領域に、少數のビットがコンチャーリングアーチファクトを生じる。更に、暗領域が「汚れ」て見え、かつデータ圧縮アーチファクトが強化される。これらの問題は、もし或る動作方法を使用してサンプル当たりより多くのビットを使用するようにシステムを動作させるとしたならば、除去することができるであろう。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、ビデオ像の改善された表示のためのシステム及び方法を提供する。このシステムは、各色毎に濃度フィルタ（以下、NDFと称する）を備える色ホイル又はフィルタを使用する。各色に対するNDFは、より長い時間間隔中ビットを表示できるようにし、下位ビットの表示に対する時間の或る最小量である限界を克服する。

【0009】このシステムの利点は、このシステムが表

示像内にサンプル当たりより多くのビットを使用できるようにし、アーチファクトを少なくした像しかも従来のディスプレイシステムの像により密接に整合する像を発生すると云うことである。

## 【0010】

【実施例の形態】従来のPWMシステムにおいては、MSBは色セグメント時間の1/2を受ける。色セグメント時間は、典型には、フレーム時間の1/3、つまり赤、緑、青毎に各フレーム時間の1/3ずつである。60Hzシステムの場合は、フレーム時間は1/60秒、すなわち、16.67msである。この60Hz速度もまた、ディスプレイリフレッシュ速度と称し、これはCRTシステムの書き込み時間に由来する。この結果、0.01667/3ms、すなわち、5.56msの、したがってまた5.560μsの色セグメント時間を生じる。

\*

\*【0011】赤、緑、青の3つの同等のセグメントを備える色ホイールを使用する色ホイールシステムの場合は、この時間はスポーク時間を含まなければならない。スポーク時間は、色と色との間のホイールのスポークが光源の前を通過するのにかかる時間である。この時間は、変調器のアドレス指定電子回路へデータをロードするにかかる時間、及び変調器の個々の素子の応答時間を含まなければならない。

【0012】見積として、5.560μsシステムを使用して表1を作ることができ、この表は、ビット7をMSB、かつビット0をLSBとする、従来のPWMを使用する8ビットシステムに対して、各有効ビット毎に割り当てられた時間を示す。

## 【0013】

## 【表1】

ビット	時間決定	時間上限 (μs)
MSB(ビット7)	<1/2 色セグメント時間	2780
MSB-1(次のMSBビット6)	<1/4 色セグメント時間	1390
bit 5	<1/8 色セグメント時間	695
bit 4	<1/16 色セグメント時間	348
bit 3	<1/32 色セグメント時間	174
bit 2	<1/64 色セグメント時間	87
bit 1	<1/128 色セグメント時間	43
bit 0	<1/256 色セグメント時間	21

【0014】したがって、40μsと云うような最短時間に有する変調器の場合、データの7ビットより多くを表示することはできない。21μsは、素子が新データにリセットし、次のデータを受け、この新データにリセットするのに充分な時間を与えることができない。このような限界を有する変調器の1例は、図1に示されている。

【0015】図1は、ディジタルミラーデバイス(以下、DMDと称する)として知られた変調素子10の側面図を示す。ミラー20は、水平位置において安定であり、ビーム16によって支持されている。ミラー20がアドレス電極12bによってアドレス指定されるとき、ミラー20はその片側をランディング電極14bに座着させかつ位置22aを取るまで傾斜する。データのミラー20に関するビットが持つ時間が経過した後、ミラー20はリセットされる、すなわち、ミラー20を新データに応答させる信号を与えられる。この論議のために、もしデータが、上に論じたように、ミラー20に位置22aを取られるとならば、ミラー20はオンであると仮定する。ミラー20からの光がスクリーン又は表面に像を

※形成する面へ反射する。

【0016】リセット信号の後、新データがオン信号であるならば、これがミラー20を位置22aへ復帰させ、又は新信号がオフあるならば、その場合はミラー20に位置22bを取らせる。位置22bは、アドレス電極12aをアドレス指定して、ミラー20をランディング電極14aに座着させることによって達成される。オフ位置においては、ミラー20が水平を維持するのではなく反対位置を取ることが望ましく、これは反対位置を取ることで以てヒンジがオン位置へ向けて永久に傾斜するのを防止しかつ光学システム内のオン経路とオフ経路との間に大きな離隔を置くからである。

【0017】しかしながら、ミラー20の運動に関連したミラー20応答時間がある。この応答時間は、或る時間間隔、すなわち、ミラーフライト時間と呼ばれる、ミラー20が新位置を取るのにかかる通常約10μsを要する。この応答時間は、LSB時間内に許されなければならない最小時間量を限定する時間である。DMD以外の他の変調器も、類似の限定をそれらの応答時間に課せられる。アクチュエーテッドミラーデバイス、すなわち、

AMAは、そのミラー運動について類似の限定を課せられる。液晶セルには、セルをオンオフするために、ねじる時間とを与えないなければならない。

【0018】しかしながら、色セグメント時間内により多くのビットを処理できるようにする方法及びシステムが存在する。システムに利用可能なサンプル当たりエキストラビットが低強度コンピューティングのアーチファクト、「汚れ」た暗領域を除去するのを助け、かつ連続強度応答をより良くシミュレートするのを助ける。

【0019】システムに課せられる限界は、LSBを適正に表示するために利用可能な時間の最小量である。したがって、もし LSB 時間を長くする方法があるとしたならば、限界は適用されないことになる。しかしながら、もし標準濃度色ホイールを使用したならば、LSB 時間を長くすることは画像を変化させることになる。

【0020】色ホイールが各色セグメント内に低濃度セグメントを含むことによって、LSB時間を延ばすことができ、各データサンプル毎により多くのビットを使用できるようにする。この色ホイールの例は、図2に示されている。

【0021】色ホイール30は3つのセグメントを有し、これらのセグメントの各々は $120^\circ$  の弧長 $\theta_{CS}$  を有する。各弧長 $\theta_{CS}$  は、短い弧長 $\theta_{NDF}$  のNDFを含む。例えば、1つの弧長 $\theta_{CS}$  が、青である主色セグメント32と青にNDFを加えて得られる $\theta_{NDF}$  の長さの低濃度青セグメント、すなわち、NDFセグメント34とを含む。NDFセグメント34を可能にするには、その下位ビットに対する時間をそのNDFセグメント34の濃度に逆比例して長くしなければならない。上位ビットは、従来のPWMで以て変調される。

【0022】NDFを用いるPWM（以下、NDF・PWMと称する）システムに対するタイミング線図の例は、図3に示されている。標準PWMシステムの場合、タイミング線図は、MSBの始まりである時刻 $t_0$  に開始する。MSBは、時刻 $t_1$  まで、その従来の約2, 780 μsの時間幅の間表示される。PWMは、時刻 $t_6$  におけるビット0の終端まで標準PWMシステム、NDF・PWMシステムにそれぞれ対する2つの線図間ではほとんど同じである。

【0023】しかし、NDF・PWMシステムに対する線図では、エキストラビットはビット0時間と同じ長さである時刻 $t_7$  から $t_8$ までの時間幅の間表示される

が、しかしこのビットに対するセグメントの強度は色セグメントのうちの主色セグメント32の強度の50%に過ぎない。強度を半分にすることによって、そのビットを2倍長く表示することを許される。したがって、8ビット用NDF・PWMシステム内の時間は、43 μsだけ長くなる。エキストラ43 μsの使用するには、これにそのシステム中の他のビットを適応させなければならない。

【0024】これら下位ビットに対する時間は、主色セグメント32の強度とNDFセグメント34の強度との比に従来のPWM時間を乗じたものである。例えば、上掲の8ビットに対する時間は、 $43/2\mu s$ 、すなわち、 $21.5\mu s$ である。主色セグメント32のNDFセグメント34に対する強度比は2:1である（NDFセグメント34の強度は主色セグメント32の強度の $1/2$ ）。これは、 $2 \times 21.5\mu s = 43\mu s$ である。しかしながら、上に挙げたように、 $43\mu s$ だけ時間を長くすることは、他の、従来式に変調されたビットにとって利用可能な時間の量を減少させる。

【0025】この結果、傾向例として下の表2に示されるように、システムの光効率の総合的低下を招くことがある。表2は、各ピクセルに対するデータサンプル当たりビット数を意味する、システムのビット数を示す。NDFの濃度は、1と仮定される主色セグメント32の濃度に比較してのNDFセグメント34の濃度である。例えば、0.5のNDFセグメント34の濃度は、NDFセグメント34の濃度がその色の主色セグメント32の濃度の $1/2$ であることを意味する。或る数のビットのシステムの場合、「NDF内ビット」として示されたよう

うに、7ビットシステムのNDFセグメント中に表示されるLSBより多い数のLSBを表示することがある。【0026】LSB時間はシステムへの制限である、すなわち、システムは時間の或る量より下ではLSBを持つことはできないから、時間のその量を通常LSB時間と称し、他のビットに対する時間はLSB時間の倍数である。例えば、7ビットシステムにおいて、MSB時間は、 $64 \times$  LSB時間である。色ホイールのNDFセグメントに使用される時間の量も表2内で比較されている。

【0027】

【表2】

ビット番号	NDF密度	NDF内ビット	$\theta_{\text{c}}$ のNDF%	LSB時間(μs)	光効率
7	適用外	0	適用外	43	0.81287
8	0.5	1 (0)	13.89%	43	0.8093
9	0.237	2 (0, 1)	13.85%	41.562	0.7672
10	0.105	3 (0, 1, 2)	15.97%	39.023	0.7095
10	0.0775	3 (0, 1, 2)	17.48%	38.364	0.6943
11	0.0775	4 (0, 1, 2, 3)	14.13%	30.282	0.6281
11	0.06	4 (0, 1, 2, 3)	15.09%	36.7066	0.6539

【0028】表2から判るように、データのより多くのビットを表示するために得ることができるが、しかしこの例では LSB 時間及び総合光効率は短縮し及び低下する。総合光効率の低下は、像の知覚される輝度を低下させる。この例に示された LSB 時間の短縮は、アドレス指定システムのデータ処理機能及びメモリ機能に大きなロードを掛けた結果を招くことがある。しかしながら、これらのトレードオフの使用は、システム技術者の役目である。上掲のシステムは、より多くの数のビットを空間光変調器の時間制約内での作像に利用可能にし、システムにアーチファクトを減らした像を投影可能にする。

【0029】これらの例に使用されるタイミングは、論議目的上簡単化されている。これらの時間には、リセット許容時間、スプリットビット用エキストラリセット時間、大域リセットを有するデバイス上の短ビット用特別クリヤ時間、及びスパーク許容時間ばかりでなく、変調器の動作に必要なその他諸々の特殊時間を計算に入れなければならぬ。表1及び図2のタイミング線図は、本発明の全般構想の説明のためにこれらの時間を計算に入れていない。しかしながら、表2に与えられた時間は、これらの時間を計算に入れてある。

【0030】NDFの上述の使用を、また、他のシステムアーキテクチャに組み込むことができる。単色システムでは、上の色ホイールの代わりに透明ホイールを用いることになる。NDF領域は、グレイの或る所定のシェードであることになる。これで以て、単色システム内でより多くのビットを使用することができるようになる。

【0031】更に他の実施例は、2チップシステムを含み、ここでは2つの空間光変調器及び2つの色ホイールが存在する。1つの色ホイールは、1色を有し、第2色ホイールは2色を有することになる。各色は、固有のNDF領域を有することになる。3チップシステムでは、各空間光変調器が1色及び1つのNDF領域を備える固有の色ホイールを有することもある。これに代えて、全システムが1つのホイールを有することがあり、このホイールはグレインNDF領域を伴う透明であり、この場合各変調器は固有の着色光源を有することになる。

\* 【0032】これらの多重色ホイールシステム、又は単一ホイールシステムにおいては、ことごとくの色ホイールが必ずNDFセグメントを持たなければならないと云うのではない。システムの特定の色縦断面に関係した理由から、1色はNDFセグメントを持ち、かつ他の色はこれを持たない、等々のことがある。更に、上述のフィルタは色ホイールを使用しているが、他の型式のフィルタも使用することができる。例えば、液晶可変NDF又は色コントローラも振幅変調を制御するために使用することができる。

【0033】このように、ディスプレイシステム内のビットの数を増大するシステム及び方法を特定の実施例について説明したが、このような特定の実施例を、前掲の特許請求の範囲に記載を越えて、本発明の範囲への限定であると考えないように願うものである。

【0034】以上の説明に関し更に以下の項を開示する。

【0035】(1) 空間光変調器であって、個々の素子のアレイのうちの選択されたいくつかの素子の偏向によって像を発生するような、前記空間光変調器、前記空間光変調器を照明するように動作する光源、及び前記光源からの光が前記空間光変調器を照射する前に前記光を通過させる少なくとも1つのフィルタであって、中性濃度領域を含む前記フィルタを含むビデオディスプレイシステム。

【0036】(2) 第1項記載のシステムにおいて、前記空間光変調器がDMDである、システム。

【0037】(3) 第1項記載のシステムにおいて、前記空間光変調器がAMAである、システム。

【0038】(4) 第1項記載のシステムにおいて、前記空間光変調器が液晶デバイスである、システム。

【0039】(5) 第1項記載のシステムにおいて、前記フィルタが液晶コントローラである、システム。

【0040】(6) 第5項記載のシステムにおいて、前記液晶コントローラが色を制御するように動作する、システム。

【0041】(7) 第5項記載のシステムにおいて、

前記液晶コントローラがNDFの値を制御するように動作する、システム。

【0042】(8) 第1項記載のシステムであって、3つの空間光変調器と1つの色ホイールとを含むシステム。

【0043】(9) 第1項記載のシステムであって、3つの空間光変調器と3つの色ホイールとを含むシステム。

【0044】(10) 第1項記載のシステムであって、2つの空間光変調器と2つの色ホイールとを含むシステム。

【0045】(11) 像を発生するのに使用されるパルス幅変調方法であって、従来のパルス幅を持つデータサンプル当たり所定数のビットのうちの上位ビットを表示するステップ、及びデータサンプル当たり前記所定数のビットのうちの下位ビットが、該下位ビットに対する従来のパルス幅にフィルタ強度と前記フィルタのNDFセグメントの所定低強度との比を乗じたものに等しいパルス幅を持つように、前記下位ビットを表示するステップを含む方法。

【0046】(12) 第11項記載の方法において、前記下位ビットを表示するステップが更に8ビットシステムの1つの前記下位ビットを表示することを含む、方法。

【0047】(13) 第11項記載の方法において、前記下位ビットを表示するステップが更に9ビットシステムの2つの前記下位ビットを表示することを含む、方法。

【0048】(14) 第11項記載の方法において、前記下位ビットを表示するステップが更に10ビットシステムの3つの前記下位ビットを表示することを含む、方法。

【0049】(15) 第11項記載の方法において、前記下位ビットを表示するステップが更に11ビットシステムの4つの前記下位ビットを表示することを含む、方法。

【0050】(16) 第11項記載の方法であって、5ビットシステムに適用される、方法。

10

20

30

30

【0051】(17) 第11項記載の方法であって、6ビットシステムに適用される、方法。

【0052】(18) 第11項記載の方法であって、7ビットシステムに適用される、方法。

【0053】(19) 第11項記載の方法であって、12ビットシステムに適用される、方法。

【0054】(20) ビデオディスプレイシステムに使用されるように動作するフィルタホイールであって、NDFセグメントが前記セグメントの低強度の領域を含むように、前記NDFフィルタを有する前記ホイールの少なくとも1つのセグメントを含むフィルタホイール。

【0055】(21) 少なくとも1つの空間光変調器を含むビデオディスプレイシステム内の使用に利用可能なビットの数を増大するシステム及び方法。前記システムは、NDFと称する低強度領域を有する少なくとも1つのセグメント34を含む、3色のホイール30、又は透明である1つの色ホイールを使用する。これに代えて、フィルタは、光振幅又は色のいずれかを制御する液晶コントローラであってもよい。低強度領域を使用することによって、データサンプルの LSB を処理するに利用可能な時間の量を増大し、それによって表示に利用可能なビットの数への制約を除去する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】空間光変調器の側面図。

【図2】本発明の実施例の、各色に対するNDFを備える色ホイールの前面図。

【図3】従来の標準PWMと本発明の実施例のNDFを使用するPWMとを対比させたタイミング線図。

#### 【符号の説明】

10 DMD

12a, 12b アドレス電極

14a, 14b ランディング電極

16 ビーム

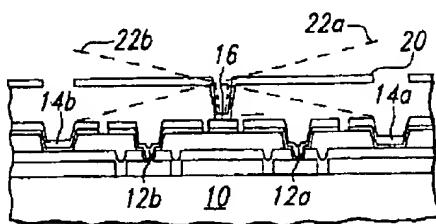
20 ミラー

30 色ホイール

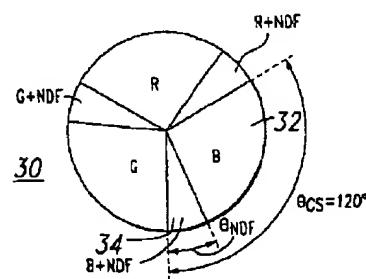
32 主色セグメント

34 NDFセグメント

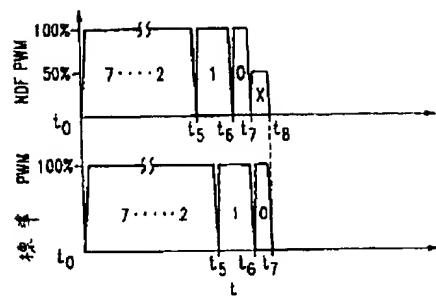
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ピャル マーカンディ  
アメリカ合衆国テキサス州グラス, ローリ  
ング ドライブ 5630, アパートメント  
ナンバー 157

(72)発明者 グレゴリー エス. ペチット  
アメリカ合衆国テキサス州ローレット, ブ  
レイアークレスト 9202

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**